

Finanzierung und Werterhaltung von Kanälen

Selektive Kanalinspektionsstrategien

Dr. Klaus Hochstrate und Dipl.-Ing. Fred Schönborn

Die Selbstüberwachungs- und Eigenkontrollverordnungen der Länder sehen als Regelfall eine flächendeckende Erstinspektion des Gesamtnetzes mit nachfolgenden Wiederholungsinspektionen in festen Zeitabständen vor. Ein derartiges Vorgehen ist kostenaufwendig und liefert nur unzureichende Zustandsdaten für eine vorausschauende Sanierungsplanung. Alternativ kommen selektive Inspektionsstrategien mit statistischer und prognostischer Auswertung in Betracht. Sie ersparen mindestens die Hälfte des Inspektionsaufwands. Die Zustandsbefunde stehen schneller zur Verfügung, sie sind umfassender und aktueller.

Allgemeine Problematik

Aufgrund verschiedener Untersuchungen ist bekannt, daß schadhafte Kanalisationsnetze eine ernstzunehmende Beeinträchtigung des Grundwassers und langfristig auch des Trinkwassers darstellen. Der Finanzierungsbedarf zur Sanierung schadhafter Kanäle wird für Westdeutschland auf rd. 100 Mio. DM geschätzt [1]. Darüber hinaus hat sich gezeigt, daß ein erheblicher Teil der in der Nachkriegszeit verlegten Kanäle aufgrund unsachgemäßer Planung und Verlegung schon derart schadhaft ist, daß er weit vor Ablauf der ursprünglich unterstellten Nutzungsdauer sanierungsbedürftig wird. Dieser Sanierungsbedarf entsteht gleichzeitig mit einem Sanierungsbedarf älterer langlebigerer Netzteile.

Viele Netzbetreiber verfahren bei der Instandsetzung nach der Devise: "Reparieren, was kaputt gegangen ist". Löschen, wo es brennt, ist die weit verbreitete Feuerwehrstrategie. Die Nachteile dieser Strategie sind geringe Entsorgungssicherheit, hohe Einsatzbereitschaft des Reparaturpersonals, Erneuerung unter Zeitdruck und problematische Budget- und Personalplanung. Reagieren statt Agieren herrscht vor.

Ein weiterer Nachteil der Feuerwehrstrategie besteht darin, daß weder der aktuelle Zustand des Gesamtnetzes, noch die zukünftige Schadensentwicklung erkannt und in der Finanzplanung berücksichtigt werden. Die Kanalgebühren müssen immer wieder wegen "unerwartet" aufgetretener Schäden erhöht werden. Der Bürger zweifelt deshalb an der Planungskompetenz der Verwaltung,

Der Übergang von der Feuerwehrstrategie zu einer vorausschauenden Sanierungsplanung wird dadurch erschwert, daß die Analyse der schleichenden Verschlechterung des Netzzustands nur durch kostenaufwendige Inspektion und Analyse möglich ist. Hier besteht jedoch ein erhebliches Einsparungspotential durch selektive Inspektionsstrategien. Im folgenden wird die Zulässigkeit und die Zweckmäßigkeit selektiver Inspektionsstrategien diskutiert.

Zulässigkeit selektiver Inspektionsstrategien

Die neuere Gesetzgebung hat auf die Verschmutzung des Grundwassers durch undichte Kanalnetze reagiert und die Verpflichtung der Netzbetreiber zur Selbstüberwachung und Sanierung der Kanalnetze präzisiert und verschärft (WHG, LWG-NRW, SüW-Kan, StGB etc.). Die länderspezifisch unterschiedlichen Eigenkontrollverordnungen verlangen eine Erstinspektion des baulichen Zustands innerhalb von 10 Jahren für das gesamte Netz, welche in Zeitabständen von jeweils 10 bis 15 Jahren zu wiederholen ist [2].

Der offensichtliche Zweck der neueren Gesetz- und Verordnungsgebung besteht darin, daß die Netzbetreiber sich einen umfassenden Eindruck von der Schadhaftheit des Gesamtnetzes verschaffen und Sanierungsstrategien realisieren sollen, die Kanalschäden auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß beschränken.

Die in den Eigenkontrollverordnungen vorgegebenen Inspektionsintervalle sind durch wasserwirtschaftliche Erfordernisse motiviert. Einsparungen von Inspektionen und damit von Inspektionskosten sind im Sinne der Verordnungsgeber durchaus positiv zu bewerten, wenn die Qualität der Zustandsinformation und der Sanierungsplanung darunter nicht leidet. Belege für diese Auffassung sind Ausnahmeregelungen der Eigenkontroll- bzw. Selbstüberwachungsverordnungen von NRW (Kanal-SüwV Kan) und Hessen (EKVO) sowie der Euronorm für Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (DIN EN 752). Die genannten Vorgaben lassen ausdrücklich die Genehmigung planmäßiger Abweichungen von den vorgegebenen Inspektionsintervallen bzw. selektive Inspektionen zu, wenn wasserwirtschaftliche Erfordernisse dadurch nicht beeinträchtigt werden. Bei Inkrafttreten der Euronorm ist zu erwarten, daß die Eigenkontrollverordnungen der Länder flächendeckend so angepaßt werden, daß sie selektive Inspektionsstrategien zulassen.

EKVO-Hessen, § 10: Ausnahmen

„Die Wasserbehörde kann für die Eigenkontrolle einer Abwasseranlage im Einzelfall Ausnahmen von den Bestimmungen dieser Vorschrift zulassen, wenn eine hinreichende Kontrolle der Anlage gewährleistet ist.“

Kanal-SüwV Kan-NRW, § 6 Vorbehalt

„Die Befugnis der zuständigen Behörde, von dieser Verordnung abweichende Anordnungen zu treffen, bleibt unberührt. Die zuständige Wasserbehörde kann den Umfang der Selbstüberwachung auch verringern.“

DIN-EN 752 (Entwurf) 6.5.1: Vorbereitung der Inspektionsprogramme

„Es ist von besonderer Bedeutung, daß die Inspektion des Systems gezielt erfolgt, um Doppelarbeit zu vermeiden. Die baulichen Untersuchungen können entweder eine vollständige Untersuchung des Entwässerungssystems oder eine selektive Vorgehensweise umfassen.“

Abb. 1: Genehmigungsfähigkeit selektiver Inspektionsstrategien[3,4,5]

Zweckmäßigkeit einer selektiven Erstinspektion

Zur Gewährleistung einer mittelfristigen Investitionsplanung und damit einer stetigen Entwicklung der Abwassergebühren ist es zwingend erforderlich, den mittelfristigen Sanierungsbedarf des Gesamtnetzes finanziell zu beziffern. Der Sanierungsbedarf muß nach Prioritätsstufen geordnet sein und die Behebung von Kanalschäden und hydraulischen Engpässen umfassen. Eine derartige Planungsgrundlage kann durch eine Vollerfassung des Netzzustands oder durch eine selektive Teilerfassung mit repräsentativer Hochrechnung erstellt werden.

Eine Vollerfassung des Netzzustands, die üblicherweise durch sequentielle Inspektion der Ortsteile erstellt wird, nimmt etwa 10 Jahre in Anspruch und ist darüber hinaus sehr kostenaufwendig. Halbwegs verlässliche Einschätzungen des Erhaltungszustands des Gesamtnetzes sind bei diesem Vorgehen frühestens nach Inspektion von 70 % des Gesamtnetzes, also etwa 7 Jahre nach Beginn der Erstinspektion möglich. Darüber hinaus sind die Inspektionsergebnisse zu diesem Zeitpunkt teilweise schon wieder veraltet. Die Zustandsverschlechterung im Zeitablauf ist bei konventioneller Inspektionsplanung und -auswertung frühestens zu Beginn des zweiten Inspektionszyklus abschätzbar, d.h. etwa 12 bis 13 Jahre nach Beginn der Erstinspektion.

Unter diesen Bedingungen beschränkt sich die derzeitige Sanierungsplanung zwangsläufig auf die Behebung festgestellter Kanalschäden. Auch bei Anwendung mathematisch ausgefeilter Methoden der Zustandsbewertung, wie z. B. dem Pforzheimer Modell [6], fehlt es bei derartigen Strategien an jeglicher Voraussicht des im nächsten Jahr festgestellten Sanierungsbedarfs, da dieser in einem bis dahin nie untersuchten Ortsteil gefunden wird. Wiederkehrende "überraschende" Veränderungen des festgestellten Sanierungsbedarfs sind deshalb nicht zu vermeiden. Zusammenfassend ist festzustellen, daß

die wiederholte flächendeckende Inspektion des Kanalnetzes ohne repräsentative und prognostische Auswertung eine kostenintensive und ineffiziente Inspektionsstrategie ist.

Abweichend davon kann durch die Zustandsuntersuchung einer geschichteten Stichprobe im Umfang von ca. 20 % des Gesamtnetzes der aktuelle Sanierungsrückstand bereits recht genau eingeschätzt werden. Durch die stichprobenhafte Erfassung des Netzzustands und dessen repräsentative Auswertung stehen also zuverlässige Planungsgrundlagen mit einem Bruchteil der Erhebungskosten bereits mindestens fünf Jahre früher zur Verfügung als bei der Vollerfassung ohne repräsentative Auswertung.

Die selektive Erstinspektion erfolgt zweckmäßigerweise für eine geschichtete Stichprobe. Die Einteilung des Gesamtnetzes in sog. "Schichten" wird dabei in der Weise nach verfügbaren Haltungsmerkmalen vorgenommen, daß die Unterschiede des Netzzustands innerhalb der Schichten relativ gering sind. Als Segmentierungsmerkmale kommen z. B. in Betracht:

- Bodenverhältnisse
- Entwässerungssystem (M/R/S)
- Material/Verlegeart
- Abwasserqualität (häuslich/gewerblich/industriell)
- Alter
- sonstige regionale Besonderheiten
(z. B. frühere Wartungsdefizite in eingemeindeten Ortsteilen)

Aus jeder der (etwa 10 bis 12) gebildeten Schichten werden dann nur einige Stadtquartiere, sog. "Klumpen", vollständig inspiziert. Bereits vorliegende Inspektionsergebnisse können ohne Verlust an Repräsentativität des Gesamtergebnisses verwertet werden. Zur Absicherung der Übertragbarkeit des Netzzustands der "Klumpen" auf ihre Schicht werden ergänzend ausgewählte Straßenzüge als Einzelstichproben inspiziert.

Nach entsprechender Hochrechnung der Zustandsbefunde auf den Gesamtbestand des Netzes kann dessen Gesamtlänge gegliedert nach baukostenrelevanten Merkmalen (z.B. Nennweite) - in Zustandsklassen unterteilt werden. Die beiden schlechtesten Zustandsklassen beschreiben dabei quantitativ den aktuellen Erneuerungsrückstand und den mittelfristig zusätzlich entstehenden Erneuerungsbedarf. Spätere ergänzende und wiederholte Inspektionen verändern den hochgerechneten Netzzustand in Jahresschritten nur graduell. Überraschende Änderungen des festgestellten Sanierungsbedarfs treten nicht auf.

In Holland stützen sich die Kanalsanierungspläne von über 150 Gemeinden auf derartige kostengünstige und kurzfristig verfügbare stichprobenhaftige Erhebungen [7].

Aus den ermittelten Netzzustandsdaten wird in Verbindung mit den Baujahren der netzspezifische Alterungsprozeß modelliert. Der finanzielle Sanierungsbedarf ergibt sich dann aus dem aktuellen Erneuerungsrückstand und der im Planungszeitraum zu erwartenden weiteren Zustandsverschlechterung [8].

Zweckmäßigkeit selektiver Wiederholungsinspektionen

Auch nach Abschluß einer flächendeckenden Erstinspektion, der in den meisten Gemeinden erst weit jenseits der Jahrtausendwende erreicht sein wird, bietet die flächendeckende Wiederholungsinspektion ohne repräsentative und prognostische Auswertung keine befriedigenden Entscheidungsgrundlagen für die Sanierungsplanung, weil feste Inspektionsintervalle nicht am Handlungsbedarf der Sanierungsplanung orientiert sind.

Es ist unmittelbar einleuchtend, daß 10jährige Inspektionsintervalle für einen neuwertigen Leitungsbestand unwirtschaftlich sind. Aufgrund des langsamen Alterungsprozesses ist hier zu erwarten, daß fünf aufeinanderfolgende Inspektionen ohne einen handlungsrelevanten Befund durchgeführt werden. Umgekehrt ist bei einem dreißig Jahre alten Leitungsbestand der Zustandsklasse 2 (starke Schäden) ein beschleunigter Alterungsprozeß zu diagnostizieren, der es unvertretbar erscheinen läßt, die nächste Wiederholungsinspektion

spektion erst in 10 Jahren durchzuführen. Zur rechtzeitigen Erkennung handlungsrelevanter Interventionszustände ist deshalb eine differenzierte, prognosegestützte Festlegung von Inspektionsterminen sachgerecht. Die prognostische Inspektionsstrategie behandelt inspizierte Haltungen und solche, deren Zustand durch Repräsentationsrechnung geschätzt wurde, unterschiedlich.

Für inspizierte Haltungen wird durch eine individuelle Zustandsprognose ihre akzeptierte Restnutzungsdauer berechnet. Für den nächsten Inspektionszeitpunkt wird ein Intervall festgelegt, das mehrere Jahre vor Ablauf der akzeptierten Nutzungsdauer endet. Nach Durchführung der zweiten Wiederholungsinspektion wird dann (abhängig vom Untersuchungsergebnis) entweder über die Sanierung entschieden oder ein neuer Inspektionstermin berechnet.

Für die Endphase der Nutzungsdauer können sich dabei kurze Inspektionsintervalle ergeben, welche absichern, daß der kritische Zustand frühzeitig erkannt wird. Derartige zustandsabhängige Verkürzungen der Inspektionsintervalle sind auch in herkömmlichen Sanierungskonzepten vorgesehen [9]. Ihre Umsetzung ist aber unverhältnismäßig kostenintensiv, wenn nicht gleichzeitig an anderer Stelle verzichtbare Inspektionen eingespart werden.

Falls die untersuchte Haltung in Zustandsklasse ZK 3 oder besser erstinspiziert wurde, ist die Prognose der akzeptierten Restnutzungsdauer noch präzisierungsbedürftig. In diesem Fall wird der nächste Inspektionstermin für ein Intervall festgelegt, das mit dem prognostizierten Übergang in die Zustandsklasse ZK 2 endet. Aufbauend auf deren Ergebnis wird dann die voraussichtlich endgültige Prognose der Restnutzungsdauer durchgeführt.

Die Feinkoordination der Inspektionszeitpunkte wird im Rahmen einer ingenieurmäßigen Inspektionsplanung so festgelegt, daß kostengünstig realisierbare Inspektionslose entstehen. Das Instrumentarium zur Erstellung der erforderlichen Zustandsprognosen wurde in einem früheren Beitrag erläutert [5].

Für nicht inspizierte Haltungen wird bei der Auswertung der Erstinspektion eine auf ihre Schicht bezogene statistische Zustandsverteilung erstellt. Datengrundlage für diese Zustandsverteilung sind die vollständig erfaßten Klumpen innerhalb einer Schicht. Eine vollständige Inspektion der Schicht wird erst dann durchgeführt, wenn sie - laut Prognose - etwa zur Hälfte die Zustandsklasse ZK 3 erreicht hat. Eine frühere Inspektion der Schicht ist verzichtbar, weil sie nur den stichprobenhaften Befund bestätigen würde, daß auf Jahrzehnte hinaus kein priorisierter Handlungsbedarf besteht. Als Ergebnis der Inspektion wird für jede Haltung die Zustandsentwicklung, die Restnutzungsdauer und der nächste Inspektionstermin prognostiziert.

Inspektionsaufwand und Informationsgewinn der prognostischen Inspektionsstrategie

Im Vergleich des Aufwand-/Nutzenverhältnisses der prognostischen Inspektionsstrategie mit festen Inspektionsintervallen sind drei Phasen zu unterscheiden:

I. Repräsentative Erstinspektion:

Umfang: ca. 20 % der Netzlänge

Zweck:

Für die finanzielle Sanierungsplanung werden ähnliche Netzteile (Schichten) definiert, aus denen einzelne Stadtquartiere (Klumpen) flächendeckend untersucht werden. Hinzu kommen ergänzende Einzelinspektionen von Straßenzügen zur Absicherung des Ergebnisses.

Auswertungsergebnis:

Flächendeckende Beschreibung des Netzzustands und seiner zukünftigen Entwicklung sowie des quantitativen Sanierungsbedarfs.

II. Ergänzende Erstinspektion:

Umfang: ca. 20-< 30 % der Netzlänge

Zweck:

Schichten mit relevantem Erneuerungsbedarf werden für Zwecke der projektbezogenen Sanierungsplanung flächendeckend inspiziert.

Auswertungsergebnis:

Haltungsindividuelle Zustandsbeschreibungen und -prognosen, Terminfestlegungen für Wiederholungsinspektionen bzw. unmittelbare Sanierungsentscheidungen

III. Wiederholungsinspektionen und verschobene Erstinspektionen:

Umfang: ca. 5% der Netzlänge je Jahr

Zweck:

Kontinuierliche Präzisierung früherer Prognosen. Pro Haltung sind im Laufe ihrer Nutzungsdauer 2 (im Ausnahmefall 3 und mehr) Wiederholungsinspektionen erforderlich.

Auswertungsergebnisse:

Fortgeschriebene Zustandsprognosen, aktualisierte Inspektionspläne, Fortschreibung der Investitionsplanung [10].

Gesamteffizienz:

Der Inspektionsaufwand der Ersterfassung und der Wiederholungsinspektionen einer prognostischen Inspektionsstrategie verringert sich gegenüber einer flächendeckenden Inspektion mit 10jährigem Wiederholungsrhythmus um mindestens 50 %. Die Auswertungsergebnisse fallen um Jahre früher an, sie sind umfassender und präziser. Dies betrifft den netzbezogenen Sanierungsbedarf und haltungsbezogene Zustandsinformationen. Die erheblichen Kosteneinsparungen für verzichtbare Inspektionen können für zusätzliche Sanierungsmaßnahmen verwendet werden.

Fazit:

Periodische Inspektionen des Gesamtnetzes mit festen Inspektionsintervallen sind sehr kostenaufwendig und liefern nur unzureichende Informationen für eine vorausschauende Sanierungsplanung. Die fehlende Vorausschau herkömmlicher Sanierungsplanungen führt immer wieder zu sprunghaften Veränderungen des Investitionsbedarfs und damit zu schwankenden Abwassergebühren sowie zur Häufung überraschender Kanalschäden, die durch ineffiziente Sofortreparaturen behoben werden müssen. Zur Umsetzung des Vorsorgegedankens ist zunächst eine selektive Ersterfassung des Netzzustands mit repräsentativer Hochrechnung der Ergebnisse erforderlich. Weitere Inspektionen sind in Abhängigkeit von der prognostizierten Zustandsentwicklung festzusetzen. Insbesondere sind Wiederholungsinspektionen bereits vor Abschluß der Erstinspektion erforderlich. Die Umsetzung einer derartigen prognostischen Inspektionsstrategie liefert die planungsrelevanten Zustandsinformationen früher, umfassender und erheblich kostengünstiger als eine periodische Inspektion. Prognostische Inspektionsstrategien sind in Nordrhein-Westfalen und Hessen genehmigungsfähig und stehen im Einklang mit der Euronorm DIN EN 752.

Literatur:

- [1] GILLES, J.: Öffentliche Abwasserbeseitigung im Spiegel der Statistik, KA 5/87, S. 414 - 437
- [2] REINHARD, W.: Umweltauswirkung defekter Abwasserkanäle - Verwaltungsrechtliche Regelungen, UTA 2/96, S. 118 ff.
- [3] Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen (Abwassereigenkontrollverordnung - EKVO - vom 22.02.1993)
- [4] Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanälen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung Kanal - SüwVKan) vom 16.02.1995)
- [5] DIN EN 752 - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 5: Sanierung, Deutsche Fassung prEN 752-5: 1994, Entwurf Mai 1994
- [6] MÜLLER-WINTERSTEIN, R., R. HOTZ: Was sollen, was können Modelle zur Zustandserfassung und -bewertung von Kanalnetzen leisten? Eine Alternative: Das „Pforzheimer Modell“, KA 1/96, S. 24 ff
- [7] SNATERSE, C.: Feststellung, Klassifizierung und Behebung von Schäden an Kanälen in den Niederlanden, 2. Internationaler Kongreß Leitungsbau, Hamburg 1989
- [8] HOCHSTRATE, K.: Finanzierung und Werterhaltung von Kanälen - Auf Zustandsprognosen gestützte Investitionsplanung, UTA 1/96, S. 15 ff
- [9] vgl. dazu z.B. Matthes, Wolfgang: Kanalbetrieb - Kanalunterhaltung, UTA Sonderheft Hannover Messe '96, S. 37 ff
- [10] Berechnet mit dem Windows-Programm AQUA-WertMin, Version 3.0